岐阜大学機関リポジトリ
Gifu University Institutional Repository

Title	岐阜大学教養部における化学実験 : 昭和45～46年度における実施例
Author(s)	広田, 恒和
Citation	[岐阜大学教養部研究報告] vol.[8] p.[92]-[102]
Issue Date	1972
Rights	
Version	岐阜大学教養部化学教室 (Faculty of General Education, Gifu University)
URL	http://repository.lib.gifu-u.ac.jp/handle/123456789/47461

※この資料の著作権は、各資料の著者・学協会・出版社等に帰属します。

岐阜大学教養部における化学実験

—— 昭和45～46年度における実施例 ——

広　田　恒　和

岐阜大学教養部化学教室
（1972年10月31日受理）

The Laboratory Course on Chemistry in the Faculty of General Education of Gifu University

Tsunekazu HIROTA

1. はじめに

岐阜大学教養部教官の指導で行なわれている化学実験は，医進課程80名（当時60名）の在籍２年間２回に限られている。[1*]

これを他の国，公，私立大学における化学実験指導の現状[(1)(2)(3)(4)(5)(6)]と比較すると，極めて小規模であると云えるが，それだけに，教官の熱意次第で特徴のある緻密な指導を行なうことができるし，また結果の判定評価[(7)]もより容易であると云うことができる。

筆者は昭和45年前期後期，46年前期に亘って，単独で[2*]実験指導を行なうことになったが，お勧めもあり，これを機会に，本学教養部における化学実験指導の現状を紹介し，実験のアンケートの結果についても考察を加えて，関係する各方面の御参考に供したく，またこれについて御意見や御批判をいただきたく思います。

2. 教養部化学実験の目標

教養部の化学実験の目的については“自然科学の各分野で広範に必要とされる具体的な化学的認識を深め，基礎技術を修得する目的で行なわれるべきものである”[(2)]とあり，また“教養課程は，専門課程に対して一般教育的であるが，履習課目によっては，専門の基礎教育的な意味の強いものもある”[(2)]と述べられている。[3*]

即ち，教養部における化学実験の目標は２つである。その１つは一般教育に属するもので，化学実験一般について広く興味と関心をもち，理解する能力と一般操作技術の獲得を目指す

1＊　工学部，農学部２年次前期学生（教養部在籍）については，各学部所属教官が，各学部（各務原）において化学実験の指導を行ない，または行なうことになっている。教育学部の最初の化学実験も２年次に物理化学科，生物地学科学生について専門学部教官が行なっている。

2＊　単独で指導しなければならない場合でも，“よいプログラム”をつくり，[(8)]各種の機器を使用してやって行けば，この程度の規模の実験指導は可能であり，また充実した結果をうることができる。

3＊　現在の教養部の課程は，本質的に二段階制でなければならない。或いはこの二面とも強調されなければならない。

ものである。他の1つは基礎教育に属するもので，各専門領域の基礎となる研究題目を選び，体系的な思考能力と専門基礎技術の獲得を目指すものである。と同時に，実験によって各自の創造的意欲を刺戟し，探求の熱意をもたせるものでなければならない。

当然のことながら，いずれの課程の終りも，引き続く課程の始まりでなければならない。

3. 岐阜大学教養部における実状

化学実験は現在1年次の後期と2年次の前期に，毎週午後各1回行なわれている。

〔45年度，46年度においては，一般教育科目実験{以後実験(Ⅰ)とする}と，基礎教育科目実験{以後実験(Ⅱ)とする}に分け，実験(Ⅰ)は 60名を2部に分け，週2回午後（学生は希望する日を選ぶことができる）（必修）実施，実験(Ⅱ)は週1回午後（選択）（希望者30名あり）に行なった。〕

次に実験(Ⅰ)の実施概要を紹介する。

まず，4人1班制[4*]（アンケート参照）で，初回のガィダンスにおいて，(1) 4人が一連の実験を協力して試みること，[5*] および“この協力”が最も大切であることを強調しておく。また成績はこの他，(2) 出席，欠席，遅刻，早退の回数，[6*] (3) 実験室における積極性，[7*] (4) レポートの提出時期とデータ，および内容，[8*] (5) 期末テスト[9*] などによる綜合的評価法[(7)] によって決めることを伝えておく。

特に，事故防止のための具体的な指示[10*] 既発の事故例[11*] と，事故が起ったときに必要な情報[12*] を伝えておくは勿論，実験期間を通じて最も注意を怠ることができない点である。

正規の実験時間は午後1時20分から4時までであり，班員4人が協力して行なって，繰返し実験をやることがない限り，この時間内で終ることができるようプログラムを考えておく（アンケート参照）。早く終了する班もあれば“延長”になる班もでる。5時30分には帰って

4＊　使用可能の実験台は20台，30名の場合は8台使用，他は共同使用実験台（装置，試薬）およびガラス細工用実験台として利用できる。（アンケート参照）

5＊　試薬，器具に余裕があり，且つ希望者があるときは，同時に2人ずつの実験も認める。

6＊　時間の始めには，点呼法による出席確認，終了時刻の20～30分前に着色出席カードを1枚1枚確認して配布，出席カード函に入れさせる。遅刻早退の処置確認も30名程度なら容易。

7＊　積極的に活動しているかどうか，誰がその班の実験をリードしているかを見る。

8＊　期限を切って，各自にレポートを提出させ，点検する。必要ならば，簡単な指示と批評文をかきこみ，㊞印と年月日印を特定用紙に押す。

データは，同班では同じであるが，分担でやる場合などで各人の注目強調するところは違う。各自の自発的な研究（参考書による）も加えられる。

レポートは次回の始まる前に必ず返し，講評を行なう。よいデータ，よい研究はほめる。

9＊　テストは期末に行なう。実験の基礎的理解とデータの評価を目標に，もう一度まとめて振り返ってもらうためである。簡単だが，具体的な問題を並べて出す。

10＊　強酸，強塩基取扱い（皮膚障害の危険）　有機溶媒取扱い（火災の危険）　ピペット使用法（誤まって飲みこむ危険）　ガラス管，ガラス器具取扱い（傷害，出血の危険）　やけどの危険，　硫化水素ガス取扱い（ガス中毒の危険）　衝突転倒防止（交通の危険）

11＊　融点測定の際の濃硫酸による事故，エチルアルコール引火による台上小火災，ガラス管による怪我　　（幸い，大事故は今までなかった）

12＊　救急箱の位置，医務室の場所

もらうよう初回に伝えておく。各班共，実験終了後各自の実験台とその附近を整理清掃してもらう。実験台の丸椅子は，時間始めの説明のときと，スライド映写の際を除いて，実験時間中は利用しないよう勧めておく。[13*] またできるだけ多数の黒板と図表紙を利用して，スケデュールと実験題目を順次明確にして行く。また当日のプログラム，実験内容，注意事項も詳細にかいて(アンケート参照)，実験プリント[14*] (アンケート参照) と共に，時間の始めに約40分間説明する。実験室の一角に簡単な遮蔽暗幕とスクリーンを設備して，スライドカラーフィルム[9, a, b, c] を映写し（前述）テープをかけて，各班群に交替で見（聞か）せる。[15*] また自称“研究コーナー”（小本棚を置いている）に数冊の参考書[10, a, b, c] をおいておく(アンケート参照)。室内の交通ルートと交通量，採光，換気をも考慮しておく。

実験の方式は「同一題目一斉施行方式」と「題目交替方式」とを併用した。即ち班群の半数ずつはそれぞれ同じ題目で行ない，次回は互いに交替するというやり方である[16*](4. 実験題目参照)。これらについては，十分プログラムを練って，時間の始めに指示しておく。

週２回の実験日以外の時間は，ネットワークに従って，提出されたレポートを見る外，２～３週間先の実験題目の吟味，物品の購入，装置組立，そのテスト，性能確認，ガラス器具洗滌，試薬調製[17*] などの仕事を講義の合間にやることになる。成功すれば実験プリントを刷り(アンケート参照)，つぎの実験題目につづく際に，黒板の説明を書き替え，当日簡単な清掃を行なう。実験(II) についても殆んど同様である。[18*]

4. 実　験　題　目

昭和45年および昭和46年度前期における実験題目，内容，要領はつぎの通りである。

(A)　実験(I)　一般教育科目実験

(1)(2)　化学天秤使用法[13]

(イ)　$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 中 $4H_2O$(結晶水)の定量[13][14]　電気恒温器 120℃

(ロ)　$CoCl_2 \cdot 6H_2O$　0.1～0.3M/l 試液調製 吸光度測定 510 nm[15] Spectronics 20 (教官が比色操作をする)

(ハ)　NaCl 1,0000g，および 約1g (上皿天秤による) をとり精秤

(2)(1)　ガラス細工法[23]

(イ)　融点測定用試料管の作製

(ロ)　水蒸気蒸留用附属連結管の作製

(ハ)　ガラス管をまげる，きる，つぐ，毛細管をつくる，T字管をつくる　カラースライド[9a]　使用

◇　天秤班群とガラス細工班群に分け次回交替

13*　実験中一旦坐ってしまうと活動がにぶくなる。また医学生の場合，長時間の立ち仕事に耐える訓練が要請されている。気分が悪い者は別。

14*　きまった化学実験指針書をつくっていない。毎年，新題目を加え，内容を検討している。[11][12]

15*　始めに操作法を教示して，あとは学生に委せる。

16*　この方法のメリットは，費用のかかる装置が少数ですむということ。および，お互いに，次回，自分達が行なうことになっている実験の様子を，観察できるということである。器具は破損，故障に備えて２割方余分に用意する。ガラス器具，試薬瓶の使用返還はセルフ・サービス方式で行なう。

17*　試薬類の整理と移動に，写真用プラスチックバット(ポリバット)大・小型を利用している。

18*　この回は，参加学生が，自発的に実験日から次の実験日までの間に出てきて実験を継続することが可能で，またこれを容認してきた。しかしその間も事故防止には注意する。

(3)(4) 融点測定とRast法による分子量決定[16]

フェナントレン，m-ニトロアニリン，サリチル酸，アセトアニリド，しょうのう（局法）

(4)(3) 水蒸気蒸留[13]

乳酸，酢酸，n-プロピルアルコールの混合物

◇ 融点測定班群と水蒸気蒸留班群に分け，次回交替

(5)(7) 鉄みょうばん $Fe_2(SO_4)_3(NH_4)_2SO_4 \cdot 24H_2O$ の合成[13]，チオ硫酸ナトリウム（ハイポ）$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ の合成[13]

(6)(8) 鉄みょうばんの合成（つづき），ハイポの溶解熱測定[17]

吸引ろ過　乾燥

（一週間でそれぞれ結晶を成長させる）

デュワー瓶使用

(7)(5) 酢酸エチル（$CH_3COOC_2H_5$）の合成[13]

アルコール，硫酸，氷酢酸 140℃（油浴）

(8)(6) 酢酸エチルの合成（つづき）　酢酸エチルの沸点測定[13][17]　常圧蒸留

銅錯塩（テトラアンミン銅硫酸塩 $[Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O$）の合成[18]

$CuSO_4 \cdot 5H_2O$, conc NH_4OH，減圧ろ過

◇ 鉄みょうばん，ハイポ合成班群と，酢酸エチル合成班群に分け，2回ずつで夫々終了する。酢酸エチル合成班群は2回目に銅錯塩合成をつけ加える。3回目，4回目は各班群交替

(9)(10) 容　量　分　析

(イ) 0.1N NaOH溶液調製とフタル酸水素カリウムによる標定[19]，0.1N NaOH力価，規定度[20]

(ロ) 0.1N H_2SO_4 溶液の0.1N NaOH溶液による標定，0.1N H_2SO_4 力価，規定度

(ハ) アセチルサリチル酸の定量[19]

(ニ) 0.1N $Na_2S_2O_3$ 溶液の調製[14][26]

(ホ) ヨウ素滴定法によるCuの定量[14]

(10)(9) 溶　解　度　測　定

(イ) KClの溶解度測定[17]

(ロ) $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ の溶解度測定[17]

(ハ) 水とフェノールの相互溶解度の測定[14]

(ニ) 電気伝導度測定法による $PbCl_2$ の溶解度測定（25℃）[17]

(ニ)は見学と計算だけ

◇ 容量分析班群と溶解度測定班群に分け，次回交替

(11)(12) 無機陽イオン系統定性分析（分族）と確認[14]

(イ) Ag^+, Cu^{2+}, Fe^{3+}, Co^{2+}, Ca^{2+}, Na^+

(ロ) Pb^{2+}, Hg^{2+}, Al^{3+}, Zn^{2+}, Ba^{2+}, K^+

のいずれか1グループについて行なう

(12)(11) 無機陰イオンのグループ分け[14]と有機試薬による無機陽イオンの定性分析[14]

(イ) 塩化物グループ　(ロ) 硫酸塩グループ

(ハ) 酸化性グループ　(ニ) 還元性グループ

Cl^-, SO_4^{2-}, SO_3^{2-}, CrO_4^{2-}, NO_3^-, MnO_4^-, S^{2-}, $C_2O_4^{2-}$ を任意にふくむ試液をつくり，グループ分けする

一部確認

ヂチゾン，ヂメチルグリオキシム，オキシン（有機試薬）[14]

Hg^{2+}, Cu^{2+}, Pb^{2+}, Zn^{2+}, Ni^{2+}, Mg^{2+}

◇ 陽イオン分析班群と，陰イオン分析有機試薬班群とに分け，次回交替

(B) 実験(II) 基礎教育科目実験

(1) コロイド化学実験（I）

(イ) リーゼガング輪（環）の生成と観察[21]

$K_2Cr_2O_7$, $AgNO_3$, ゼラチン，大型試験管

(ロ) コロイド溶液の調製[21]

水酸化鉄ゾル，金ゾル

(ハ) 乳化と乳化態の検査[21]

アマニ油，ズダンIII

(ニ) 透析[21][23]　コロディオン膜作製，透析

水酸化鉄ゾルについて

(2) コロイド化学実験（II）[21][23]

(イ) 凝析価の測定

0.02M/l NaCl, 0.001M/l K_2SO_4
（水酸化鉄ゾル）

(ロ) 保護作用の測定[21]

ゼラチン，デキストリン
（水酸化鉄ゾル）

◇ 2回でコロイド化学実験を終る。

(3)(イ) 落花生種子のソックスレー法による抽出[16][22]

ソックスレー抽出装置，円筒ろ紙，
エチルエーテルによる抽出曲線

(ロ) ホウレン草の葉の乾燥

電気恒温器 95℃，バット

(ハ) ホウレン草の葉の色素抽出(前処理)[22]

(4) ホウレン草の葉の色素のカラムクロマトグラフィー[22]

Al_2O_3, $CaCO_3$, サッカロース，
コック付カラム 径1.0cm

(5) ホウレン草中微量鉄の比色定量

灰化（ルツボ） NH_4SCNによる発色
470 nmにおいて比色，検量線作成
Spectronics 20 比色操作

◇ 3回で抽出，クロマトグラフィー実験，比色定量を終る。

(6) キレート滴定法による水道水牛乳中の $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ の定量[14][25]

EDTA-2Na，エリオクロムブラックT，
HCl 分解沈殿法（pH4.6）

(7) キレート滴定法による牛乳中，尿中[24]の Ca^{2+} および Mg^{2+}，水道水中の Pb^{2+} の定量[21]

Ca^{2+}; 8N KOH, pH13, NN,
0.001M EDTA-2Na 滴定
Pb^{2+}; pH4.7, XO,
0.001M EDTA-2Na滴定
尿，PO_4^{3-} 除去，8N KOH, NN,
0.01M EDTA-2Na 滴定

(8) ヨウ素滴定法による還元糖の定量[26][27]
（Hagedorn-Jensen-Hanes 法）

glucose, fructose 2.5mg/5 ml
検量線作成

◇ 3回で滴定実験を終る。

(9)(10) 過酸化水素(H_2O_2)の分解反応速度の解析[28]

恒温槽，ガスビュレット，触媒MnO_2，
反応次数決定

(10)(9) カラム法によるイオン交換樹脂柱の交換容量と溶離曲線の作成[19]

Amberlite IR−120,
Cu^{2+}, 0.05M $CuSO_4$ 溶液，
0.01M EDTA-2Na 滴定（Cu^{2+}）

◇ 反応速度実験班群とイオン交換実験班群とに分け 次回交替。

5. アンケートの結果と考察

昭和47年4月，専門学部（医学部）に進学した専一学生を対象にして，同年9月のこの時期を狙って，教養部化学実験についてのアンケートを行なった。回答数30，回答率44%，半数をやや越える者が回答をくれなかったが，返ってきた調査結果は活気に満ちたものであった。調査ではいずれも，積極的な意見表明だけが統計されるような方式で質問し，また別に簡単に，“各自の言葉”でかいてもらった。つぎにアンケートの全文と，その結果のすべてを掲載する。

——〔教養部化学実験についてのアンケート〕——

（A） あなたは医進課程化学実験に何回参加しましたか？該当する方に○印を。

（結果）（　　）の中の数字は○印をつけた者の数

(イ)　1回（一般教育課程）　(ロ)　2回（一般教育課程と基礎教育課程）

（10）名　（20）名

(B)　医進課程化学実験を終った率直な印象について，つぎに示す番号に適当なものがあれば○印を，2回参加の者で，1回目と2回目とで印象がちがった場合は付記して下さい。（2つ以上○よい）

（結果）（　）の中の数字はそれぞれの番号に○をつけた者の数　〔　〕の中の数字は合計

(1)　忙しかった〔13〕名内1回参加者(2)名　2回参加者(11)名

(2)　大して忙しかったとは思わない〔9〕名内1回参加者(4)名　2回参加者(5)名

(3)　愉快だった〔7〕名内1回参加者(2)名　2回参加者(5)名

(4)　不愉快だった（いまいましい，腹立たしい）〔0〕名

(5)　よい勉強になった〔13〕名内1回参加者(3)名，2回参加者(10)名

(6)　あまりよい勉強になったとは思わない〔5〕名　内1回参加者(2)名　2回参加者(3)名

(7)　もの(器具，道具，装置)のあつかい(技術)がうまくなったと思う〔11〕名内1回参加者(4)名，2回参加者(7)名

(8)　もののあつかいがそれほどうまくなったとは思わない〔6〕名内1回参加者(2)名，2回参加者(4)名

(9)　もっとやっておけばよかったと思う〔7〕名内1回参加者(2)名，2回参加者(5)名

(10)　単位獲得のため仕方なく出席した　これで十分だ〔1〕名内1回参加者(1)名，2回参加者(0)名

(11)　この他にあればあなたの言葉でかいて下さい。(補充，新規)（文，そのまま）

（1回参加者）　○時間が短いこと，限られた時間内に収めるのに苦労しました。○概略的，全体的意味の把握が不足していた((註)や、意味不明)　○実験の基礎理論についてくわしいプリントか教科書があったら復習しやすいと思う。○黒板にもっと整然と書いて欲しかった。

（2回参加者）　○積極的な勉強の仕方をおぼえた様に思う。○忙しかったけれど，和気あいあいとして，他の講座にないような充実したものでした。○よい勉強になったという程ではないにしても何か得るところがあったように思う（具体的なものではないが）　○回数が少なかったし，実験題目が多く，同じ実験をくり返し出きなかったから，しかし学部にきて参考になることも多数ある。(あまりよい勉強になったとは思わないことの補足)　○1回目は，実験目的そのものに興味は大してわかなかったが，2回目は題目が応用実験的で自分なりに深く調べようと思えば研究できた点に楽しみを覚えた。○束縛されず，比較的自由に実験が出来た。2回目では，グループの組み方が自由であったから((註)1回目の班編成も各人に委せた)チームワークもよかったと思う。○器具を知るのにはよいチャンスであったが，technique が上達するまでには，時間数が足りない。○実験の項目が多すぎる。実験にもっと余裕を，さもなくば不正確なデーターのでる可能性アリ。○上皿天秤の扱いが悪い（学生が）共同で使用するものの扱いが悪い。○実験の結果をまとめたり，調べたりするときの参考書が紹介されるとよかった。○予習できるよう説明プリントを一週間程度前に配ってもらうとよい。○30分待つとか，1時間待つとか，何もしないで結果を待つだけという時間がずい分あった。その間に何か簡単な実験をしても良いのではないか。○単位獲得のために出席したが，今ではいい思い出になっています。2回目の方が，のびやかにゆっくりできました。○1回目忙しかった。2回目大して忙しかったとは思わない。

(C) 一般に化学実験（授業の場合）という言葉をきくと，まずどんなimageが浮んできますか？またどんな感じをもちますか？適当なものに○を，２つ以上可。

（結果）（　）の中の数字はそれぞれの番号に○をつけた者の数　〔　〕の中の数字は合計

(1) 危険をともなう作業　〔２〕名内１回参加者(１)名，２回参加者(１)名
(2) 協力して行なう仕事　〔14〕名内１回参加者(６)名，２回参加者(８)名
(3) 監督強制される時間　〔０〕名
(4) 事実を確認(発見)しデータをうる喜び　〔16〕名　内１回参加者(３)名，２回参加者(13)名
(5) やかましい時間，きたない場所　〔１〕名内１回参加者(０)名，２回参加者(１)名
(6) 「失敗（ヘマ）をしないか」という緊張感　〔10〕名　内１回参加者(４)名，２回参加者(６)名
(7) 実験室に閉じこめられ，束ばくされる時間　〔４〕名内１回参加者(０)名，２回参加者(４)名
(8) その他にあれば，あなたの言葉で，
（１回参加者）　○理論を確実に身につけるためのもの。○教養の授業の中ではまともなものの１つ　広田先生。
（２回参加者）　○試薬その他の美しい色。○乱雑に置かれた器具薬品。○あまりにも先生が予備実験してあるので，やればいいだけという気がしないでもない。(註「与えられた課題だけをする」という意味か？)　○一人で出来ることも多人数でしなければならないいらだち。

(D) 別紙に２回の実験題目を示してありますが（4．実験題目　参照）当時，興味をもってやった題目に○印を，今改めてここで興味をもつ題目（あなたがやらなかった「参加しなかった」題目をふくむ）に□印を。(重複してよい）また，これ以上に付け加えたらよいと思う題目があれば（今の諸君の経験から）かいて下さい。また，不必要と思う題目があればかいて下さい。

(結果)(イ) ○印（　）の中の数字は該当する題目に○をつけた者の数　〔　〕の中の数字は合計

実験（Ⅰ）

- ○ 化学天秤取扱法　〔４〕名内１回参加者(１)名，２回参加者(３)名
- ○ ガラス細工法　〔11〕名内１回参加者(７)名，２回参加者(４)名
- ○ 融点測定　〔２〕名内１回参加者(２)名，２回参加者(０)名
- ○ 水蒸気蒸留　〔５〕名内１回参加者(３)名，２回参加者(２)名
- ○ 鉄みょうばん・ハイポの合成　〔５〕名内１回参加者(４)名，２回参加者(１)名
- ○ 酢酸エチルの合成・銅錯塩合成　〔８〕名内１回参加者(５)名，２回参加者(３)名
- ○ 容量分析　〔５〕名内１回参加者(１)名，２回参加者(４)名
- ○ 溶解度測定　〔４〕名内１回参加者(１)名，２回参加者(４)名
- ○ 無機陽イオン分析　〔10〕名内１回参加者(４)名，２回参加者(６)名
- ○ 無機陰イオン分析　〔６〕名内１回参加者(２)名，２回参加者(４)名

実験（Ⅱ）

- ○ コロイド化学実験　(７)名
- ○ 落花生油の抽出　(７)名
- ○ ホウレン草の色素のカラムクロマトグラフィー　(９)名
- ○ ホウレン草葉中微量鉄の比色定量　(９)名
- ○ キレート滴定による Ca^{2+}，Mg^{2+}，Pb^{2+} の定量　(11)名
- ○ ヨウ素滴定法による還元糖の定量　(４)名

○ H_2O_2 分解反応速度解析 （2）名　｜○ イオン交換樹脂を用いる分析 （7）名

（結果） (ロ) □印（ ）の中の数字は該当する題目に□をつけた者の数

実験（I）

○ 融点測定	1回参加者(1)名	○ 陽イオン分析	2回参加者(2)名
○ 容量分析	1回参加者(2)名	○ 陰イオン分析	2回参加者(2)名

実験（II）

○ コロイド化学実験	2回参加者(2)名	○ 落花生油の抽出	2回参加者(1)名
○ カラムクロマトグラフィー	2回参加者(1)名	○ 微量鉄の比色分析	2回参加者(1)名
○ キレート滴定	2回参加者(6)名	○ ヨウ素滴定	2回参加者(3)名
○ H_2O_2 の分解反応速度	1回参加者(1)名	○ イオン交換樹脂による分析	2回参加者(2)名

（結果） (ハ) 付け加えるとよいもの：○合成樹脂の合成　proteinに関する実験（2回参加者）
○コーラなどの中の合成着色物，合成甘味料の分析をしてみる。（1回参加者）

(ニ) 不必要なものについて：○不必要なものなし，ただ総花的な感じがしないでもない。（2回参加者）　○合成（番号だけで示されている）（2回参加者）　○ガラス細工（2回参加者）

(E) かつてのあなたの班の協力は，うまく行ったと思いますか？（該当する方に○印を）
（どちらかに○印を）

（結果）（　）内の数字は，それぞれの番号に○をつけた者の数　〔　〕の中の数字は合計

(1) うまく行った　〔22〕名　内1回参加者(7)名，2回参加者(15)名

(2) うまく行かなかった　〔7〕名　内1回参加者(2)名，2回参加者(5)名
（1回参加者1名記述なし）。

その理由をあなたの言葉で，

○（うまく行った）（1回参加者）○みんなが自分の仕事を自覚していた。○まじめな四人がそろっていた。○サボろうとする気持ちがみんなになかったから，4人が平等に分担作業をしたから，Classmateであり，友人であったから。○私は真剣にやらなかったが皆がんばっていた。（2回参加者）○性格と実験態度。○各人が責任をもってやっていたから。○みんながぼくを信用してくれたから。○（2回目）班編成の時，同じクラブのmemberが集ったから。○わりとみなさんマジメでしたから。○皆が熱心だった。○お互いに相手を尊重しあったつもり。○対話が多かった。○仕事を分担したこと（内容ごとに）。

○（うまく行かなかった）（1回参加者）○各人程度の差だと思います。((註) 学力，技術，能力に差があるためという意味か？）○ワンマンなる人物がいた。（2回参加者）○取りくみ態度が，各自まちまち。○とくに2回目の方は，いく分自主的な実験であったから，グループが全員協力体制をつくることがむずかしかった。○早く帰りたがるものがいた。○欠席者が誰かいた。○この程度の化学実験で4人グループというのは実験を目的とするには多すぎる。

(F) 2回目の基礎教育科目実験参加不参加の動機，理由について，つぎに該当するものに○印を。

（結果）（　）の中の数字は，それぞれの番号に○をつけた者の数
（参加者，不参加者が，その理由で，参加または不参加だったということを示す）

(1) 時間があいていたから(つまっていたから), 参加者(6)名 不参加者(5)名
(2) 単位獲得の必要から(不必要から), 参加者(3)名 不参加者(2)名
(3) 実験(I)(一般教育化学実験)の実状を参考にして, 参加者(5)名 不参加者(1)名
(4) 専門課程にすすむのに有利(またはそれ程問題ない)と考えて, 参加者(5)名 不参加者(0)名

(5) その他あればあなたの言葉で,
(参加者)
○実験が好きである。 ○好きだから。 ○興味本位。 ○化学実験が好きであるから。 ○化学実験は高校からクラブでやっており, 好きだったから。 ○1回目とちがって, 参加者はある程度, 実験の好きな連中が集まり, 分業もスムースに, 結果もよいのがでるのではないかとの期待から。
○いろいろやっておきたかった(有利というほどではない)。 ○実験技術修得のため。
(不参加者)
○自分自身の内的な問題, すなわち学問に対する情熱が薄かった。だけどこれからは違います。
○同じ時間帯に興味ある課目が他にあったのでそちらに出た。 ○基礎教育科目の化学実験は, 時間等がそうとうきびしいときいたので。

以上結果にあらわれた数字を見ただけで十分理解できるし, 今後の実験指導の参考になることが極めて多いと考えられるが, その中で特に注意すべき点を二三あげてみると, (B)については, '忙しかった.' 'よい勉強になった.' という回答が多かったが, それと共にかなり意見の分散が見られた。その他, 実験題目が多すぎるという意見もあった。(C)については「失敗(ヘマ)をしないか」と緊張している者が意外に多いことであった。(D)については, 特に2回参加者が投じた基礎教育実験題目にたいする数字(興味)が各題目毎に高いことであった。(E)協力関係については, 両実験を通じて, 何にしても4班に1班の割合でうまく行かない班が出たということである(この点対策も考えなければならない)。1班4人は多すぎるとの意見があった。少数ではあるが, 意欲をもった学生は単独でか, せいぜい2人でやりたがっていることが分かる。 (F)基礎教育科目実験の参加不参加の動機調査については, (一部の例外を除いて) 結局 実験が好きな者が参加し, そうでない者が不参加となるということではなかろうか。

6. おわりに

これらの化学実験指導の体験を通して得られた最大の収穫は, 輝かしい成果を生むか否かを決める第一の因子は, 指導者の熱意, 創意と努力であるという平凡なことである。一方, 最近多数の化学教育と化学実験についての論文[(1)(2)(3)(4)]が発表され, また討論会も開かれてきているが,[(5)(6)] 記述が化学の実験題目や内容にだけ重点がおかれ, 討論においても, 題目, 指導規模, 実施方式などが主になって終り, "多角的, 系統的" な指導方策の進歩や努力の結果が伝えられてこないし, 指導者の "具体的" な創意や熱意があらわれてきていない。(ただし他の分野で, 最近, 二三の特筆すべき発表に接した。[(29)(30)]

筆者はここに, 化学実験指導にたいする私見を述べると共に, 岐阜大学教養部における指導例の全貌を紹介し, アンケートによる参加者の反響を通して, 実験指導について若干の考察をも加えたつもりである。勿論, まだ改良すべき点も多々あり, 問題点が残っている上に, この論文の記述だけで十分意を尽せないところがあるが, それらについては次の機会に触れたいと思う。終りに調査に協力された医学部専一学生諸君(昭.47)に感謝する。

7. 文　　献

(1) 吉野諭吉　化学教育　12巻1号（1964）　p. 70－75
東京大学教養部における化学教育の現状と問題点
(2) 柳沢正圀　化学教育　16巻4号（1968）　p. 72－76
東京大学教養部における化学実験
(3) 竹林松二　化学教育　17巻1号（1969）　p. 98－101
大阪大学教養課程における化学実験
(4) 蟇目清一郎・入江遠　化学教育　17巻2号（1969）　p. 93－95
北海道大学教養部における化学実験
(5)　　化学教育　12巻1号（1964）　p. 76－84
大学化学教育の現状と問題点（討論）（於日本化学会講堂）
(6) 吉田忠　　化学教育　15巻3号（1967）　p. 111－115
教養課程と専門課程の関連を主題とする大学化学教育パネル討論会を通じて
(7) 島田茂　数理科学　特集　評価9（1972）　p. 27－32　教育における評価
(8) 川喜田二郎・牧島信一著　問題解決学　KJ法　ワークブック（昭.45）(1970) p. 11
10 手順の計画
(9) 日本分析化学会関東支部企画　制作　教研　分析化学シリーズ（スライドフィルムとテープ）
a）分析化学シリーズ15　分析のためのガラス細工
b）分析化学シリーズ16, 17　分析基本操作(1), (2)
c）分析化学シリーズ8　容量分析
(10) a）緒方章著　化学実験操作法（上，下）　南江堂（昭.41）(1966)
b）高木誠司著　新訂　定性分析化学（上，中，下）　南江堂（昭.42）(1967)
c）常用化学便覧編集委員会編　常用化学便覧　誠文堂新光社（昭.35）(1960)
(11) 東京大学教養学部化学教室編　化学実験　東京大学出版会（昭.47）(1972)
(12) 大阪大学教養部化学教室編　基礎化学実験　学術図書出版社（昭.47）(1972)
(13) 浅野，秋谷，浮田著　化学実験法　―その入門から―　南山堂（昭.29）(1954)
p. 99－105, p. 105－108, p. 212－213, p. 142－143, p. 140－142, p. 228－229
(14) 石橋雅義著　実験分析化学　共立出版（昭.37）(1962)　p. 114, p. 126－127, p. 9－93,
p. 94－106, p. 126－129
(15) 島津－ボシュロム　回折格子形光電比色計　スペクトロニック20　取扱説明書　p. 13
(16) L.Fフイーザー著，フイーザー有機化学実験　丸善（昭.40）(1965)　p. 17－23, p. 46－48
(17) 鮫島実三郎著　物理化学実験法　裳華房（昭.38）(1963)　p. 243－244, p. 125－126
p. 189－194, p. 267－268
(18) 日本化学会編　実験化学講座　11　錯塩化学　（昭.41）(1956)　p. 80
(19) 日本分析化学会北海道支部編　分析化学実験　化学同人　（1964）　p. 94, p. 98
p. 325－327
(20) 石橋雅義著　容量分析実験指針　LIBREJO KANIYA　(1937)　p. 80－87
(21) 鮫島実三郎著　膠質学　裳華房（昭.18）(1943)　p. 597－611, p. 220－222, p. 211－214,
p. 630－631, p. 225－232, p. 398－434
(22) ガッターマン，ウイーラント著　漆原，荒川訳　有機化学実験書（昭.36）共立出版 p. 32,
p. 375－376
(23) 畑一夫，渡辺健一著　基礎有機化学実験――その操作と心得―― 丸善（昭.37）(1962)
p. 70－77
(24) 上野景七著　キレート滴定法　南江堂（昭.39）(1964) p. 227－229, p. 293－299, p. 386

(25) ドータイト分析法シリーズ 10 牛乳中のCa, Mg定量法 同仁薬化学研究所（昭.45）（1970）
(26) 東京大学理学部生物化学教室 生物化学実験研究会編 生物化学実験法 朝倉書店（昭.39）（1964） p.18－19, p.19－20
(27) 丹羽, 北村, 斉藤編 臨床化学分析 III 糖および脂質 東京化学同人（1966） p.8－11
(28) 岡秀彦, 広瀬哲也著 標準工学シリーズ 物理化学実験 共立出版 p.109－112, p.76
(29) 西川・坂田・坂田・石桁 第19回応用物理学関係連合講演会 講演予稿集1（1972） 甲南大学方式による基礎物理学実験の指導 p.74
(30) 菊池誠 第19回応用物理学関係連合講演会 講演予稿集1（1972） 科学教育に関するW・ショックレーの問題意識について p.75－76